

ÉTUDES ETHNOBOTANIQUES, MORPHOLOGIQUES ET MOLÉCULAIRES DES IGNAME CULTIVÉES (*DIOSCOREA ALATA* - DIOSCOREACEAE) DE LA RÉGION OCCIDENTALE MALGACHE¹

Lisy H. RAZAFINIMPIASA* et Vololoniaina JEANNODA**

*Département de Biologie et Écologie végétales, Faculté des Sciences, Université d'Antanarivo.
razafi.lisy@gmail.com ;

**Département de Biologie et Écologie végétales, Faculté des Sciences, Université d'Antanarivo
vololoniaina.jeannoda@gmail.com.

RÉSUMÉ

L'igname *Dioscorea alata*, Dioscoreaceae, constitue la base de l'alimentation dans beaucoup de pays tropicaux. A l'ouest de Madagascar, elle sert de complément alimentaire ou de substituant du riz lors des périodes de disette. Son système de culture très peu intensif, sous forme de végéculture (culture d'igname mélangée à d'autres plantes cultivées), se fait encore selon des modes ancestraux. Les inventaires, à Ankarafantsika (région de Boeny), à Morondava et à Mahabo (région du Menabe), ont permis de recenser cinq formes de *D. alata* : *ovibe* (ou *bodoa*), *ovy fantaka* (ou *ovy mena*), *ovy voay*, *ovy lava* (ou *ovy fotsy*) et *ovy toko* (*bemako* ou *bodoa*). Ces dénominations leur ont été attribuées par les paysans en fonction des caractéristiques du tubercule. Les cinq formes inventoriées se distinguent par la morphologie de la tige, des feuilles, des tubercules, des bulbilles et par la présence ou l'absence de fleurs. Par ailleurs, les études morphométriques ont montré que la forme *ovy voay* présente une différence significative avec les quatre autres formes de *D. alata*. L'utilisation de quatre combinaisons amorce-enzyme de restriction sur le génome chloroplastique, suivant la technique RFLP-PCR (Restriction Fragment Length Polymorphism – Polymerase Chain Reaction), a permis de découvrir que les cinq formes de *D. alata* appartiennent à un même cultivar. Ainsi, l'existence de différents noms vernaculaires et de différences au niveau morphologique ne semble pas corrélérer avec des différences moléculaires significatives entre les formes d'ignames cultivées de l'ouest de Madagascar.

Mots clés : *Dioscorea alata*, diversité génétique, morphologie, ouest de Madagascar, RFLP-PCR.

INTRODUCTION

Les ignames ou *Dioscorea* (famille des Dioscoreaceae) sont des plantes, cultivées ou sauvages, des

¹ RAZAFINIMPIASA L.H. Études ethnobotaniques morphologiques et moléculaires des ignames cultivées (*Dioscorea alata*, Dioscoreaceae) du Boina et du Menabe. 2010. Dans : Les ignames malgaches, une ressource à préserver et à valoriser. Actes du colloque de Toliara, Madagascar, 29-31 juillet 2009. Tostain S., Rejo-Fienena F. (eds). Pp. 113-127.

pays tropicaux (Asie, Afrique et Amérique). A Madagascar, elles constituaient l'alimentation de base des premiers malgaches ayant peuplé l'île, avant le 18^{ème} siècle, mais elles ont été supplantées par le riz et d'autres plantes à racines et tubercules (RAISON, 1992). Il s'agit, en particulier, d'espèces originaires de l'Asie et/ou du Pacifique, *D. bulbifera*, *D. alata* et *D. esculenta* qui ont été cultivées par les malgaches dans de véritables champs (PERRIER DE LA BATHIE, 1925). L'abandon de la culture des ignames s'est fait aux dépens des ignames sauvages ou *oviala* rencontrées dans toutes les forêts malgaches. L'exploitation de l'igname à Madagascar est donc progressivement passée d'une agriculture véritable à un système de cueillette permettant seulement de combler les besoins alimentaires en période de soudure ou de disette. De ce fait, les ignames ne bénéficient plus que du statut d'aliment du pauvre dans de nombreuses régions de l'île. Force est de constater que les ignames occupent actuellement une place dérisoire dans la structure de la ration alimentaire où elles représentent moins de 3% des tubercules (manioc, patate douce) consommés par le Malgache (JEANNODA, 1997). Or, il a été démontré scientifiquement qu'elles sont plus intéressantes, du point de vue nutritionnel et digestibilité, que les tubercules habituels (DBFA et DBEV, 2005). Ainsi, l'igname est tombée en désuétude au profit du riz et des plantes à racine dont la culture s'avérait être plus facile.

Ce travail a été élaboré dans le cadre du projet Valorisation de l'agrobiodiversité des ignames malgaches du programme de la Coopération française pour la Recherche Universitaire et Scientifique, CORUS II (RAZAFINIMPIASA, 2010). Ce programme a comme objectif principal la valorisation par la recherche des ignames cultivées de Madagascar afin de contribuer à terme à une meilleure sécurisation alimentaire et de soutenir une diversification des produits alimentaires très centrés sur le riz. En effet, la connaissance des cultivars intéressants chez les espèces cultivées de Madagascar et la maîtrise de leurs techniques culturales pourront encourager leur culture et leur production en grande quantité. Ceci permettra à la fois de rehausser la valeur des ignames cultivées et de diminuer la pression qui s'exerce sur les ignames sauvages en vue de préserver et de conserver la diversité des ignames endémiques.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

1. Zone d'étude

La région occidentale a fait l'objet de cette étude (figure 1). C'est une région où les ignames occupent une place importante dans la vie de la population locale. Les études ont été réalisées dans la région du Menabe (entre 19°58' et 20°10' de latitude sud et 44°25' et 44°37' de longitude est) avec les villages de Beroboka, d'Andranomena et de Mahabo (Sud : 20°24' et Est : 44°41') et la région du Boeny avec les villages inclus dans le MNP (Madagascar National Parks) Ankarafantsika

(entre Sud : 16°08' et 16°20' et Est : 46°44' et 46°52').

2. Matériel végétal

Cette étude concerne le genre *Dioscorea alata*, la seule espèce d'igname cultivée dans la région de Boeny et de Menabe. C'est une plante lianescente dont les feuilles sont opposées ou alternes, plus ou moins cordiformes et la tige est quadrangulaire ailée. Actuellement, il existe plus de 35 noms vernaculaires malgaches pour *D. alata* et plus d'une vingtaine de formes différentes (JEANNODA, com. pers.).

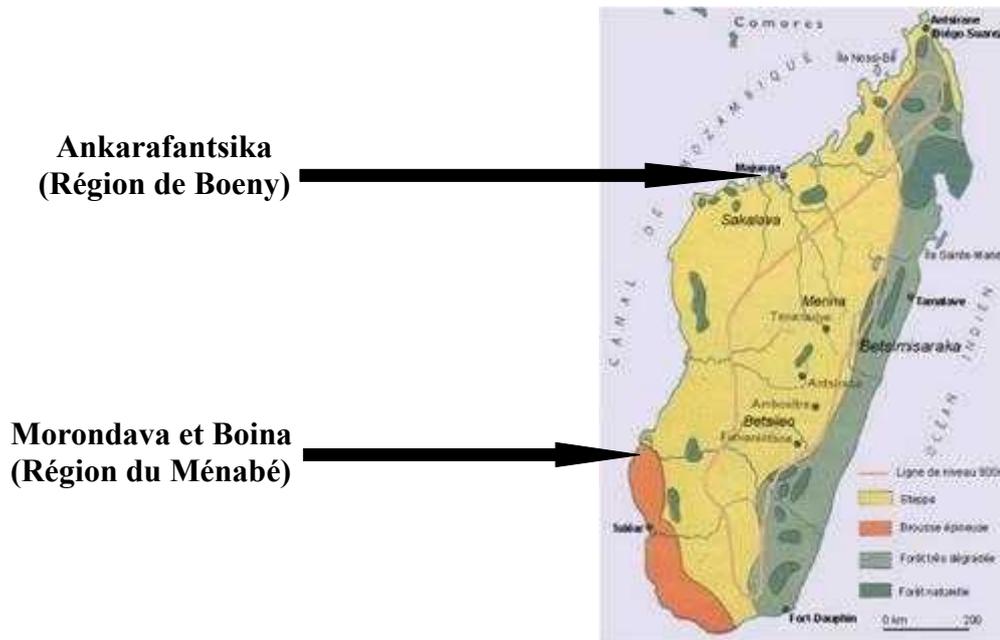


Figure 1 : Localisation des sites d'étude

3. Méthodologie

3.1 Enquêtes ethnobotaniques

Des enquêtes ethnobotaniques ont été réalisées de manière à obtenir des informations sur les formes d'ignames cultivées et leur clé de détermination, la perception paysanne de la valeur des ignames cultivées, leurs systèmes de culture et leurs utilisations (figures 2).



2a



2b

Figures 2a et 2b : Enquêtes sur le terrain.

3.2 Études morphologiques

Chaque forme de *D. alata* recensée sur le terrain a été décrite. La morphologie de l'appareil végétatif et de l'appareil reproducteur a été notée par le biais des observations à l'œil nu ou à la loupe binoculaire. La forme des feuilles a été notée aussi bien chez les jeunes feuilles que les feuilles matures (entre le sixième et le dixième nœud).

3.3 Études morphométriques

Sur trois à sept échantillons de chaque forme de *D. alata*, des mesures ont été prises sur les tubercules, les tiges et feuilles matures se situant entre le sixième et le dixième nœud. Ces mesures ont été faites sur les échantillons récoltés sur terrain. Ainsi, douze paramètres ont été étudiés : longueur de l'entre-nœud (cm), diamètre de l'entre-nœud (cm), longueur du pétiole (cm), largeur du sinus (cm), largeur de l'auricule (cm), longueur de l'auricule (cm), longueur du limbe (cm), largeur du limbe (cm), longueur de l'acumen (cm), longueur du tubercule (cm), diamètre du tubercule (cm) et poids du tubercule (kg).

Ces mesures sont ensuite traitées par analyse de variance (ANOVA) et par le test de Newman-Keuls afin de dégager la différence entre les formes de *D. alata*.

3.4 Études moléculaires

Les techniques Cleaved Amplified Polymorphic Sequence, CAPS (KONIECZINY ET AUSUBEL, 1993) et Restriction Fragment Length Polymorphism -Polymerase Chain Reaction, RFLP - PCR (DENG, 1988) ont été utilisées pour mettre en évidence un polymorphisme entre les formes ou variétés d'ignames cultivées, *D. alata*, recensées. Pour chaque forme, deux individus ont été étudiés.

3.4.1 Extraction d'ADN

Les ADN de feuilles séchées dans du silica-gel ont été extraits en utilisant le tampon d'extraction de type Carlson avec quelques modifications en fonction de l'échantillon (DOYLE ET DOYLE, 1987). Les feuilles ont été broyées dans de l'azote liquide et réduites en poudre fine. L'ADN total génomique a été extrait en incubant le broyat dans un tampon d'extraction (TrisHCl 100 mM, MATAB ou alkyltriméthyl-ammonium bromide 2%, EDTA ou acide éthylène-diamine-tétraacétique 20 mM, sulfite de sodium 0,4%, PEG ou polyéthylène 1% et NaCl 1,4 M) préchauffé à 64°C pendant 2 heures. L'extrait est purifié avec un mélange chloroforme/alcool iso-amylque (24/1). Après centrifugation (6000 rpm pendant 15 mn), le surnageant est précipité par un volume équivalent d'isopropanol et de 1/10 du volume d'acétate de sodium 20 M. Après 20 mn au congélateur (-20°C), le mélange est centrifugé à 6000 rpm pendant 15 mn pour précipiter le culot. L'ADN total, sous forme de culot, est lavé en ajoutant de l'éthanol 76% puis centrifugé à 6000 rpm pendant 2 mn. Le culot est séché à température ambiante pendant 30 mn. L'ADN est resuspendu

dans 200 µl d'eau distillée et placé pendant 30 mn à température ambiante puis conservé pendant une nuit à +4°C.

3.4.2 Amplification d'ADN par PCR

La technique PCR a été répétée trois fois en utilisant trois couples d'amorce différents qui amplifient trois fragments du génome chloroplastique situés entre les locus *trnC-trnD* (CD), les locus *trnH-trnK* (HK) et les locus *trnS-trnR* (SR). La réaction d'amplification d'ADN PCR est catalysée par une enzyme thermostable (5 u/ µl) en présence de désoxyribonucléotides triphosphate (20 mM), du tampon d'extraction (10 x) de chlorure de magnésium (MgCl₂) et de Bovine Sérum Albumine (mg/ml).

3.4.3 Analyse RFLP

Les amplicons ont été digérés par deux enzymes de restriction : Taq I (isolé du *Thermus aquaticus*) et Hinf I (*Haemophilus influenza*). Les fragments de restriction sont ensuite séparés en fonction de leur taille par électrophorèse verticale sur gel d'acrylamide 8%. Le marqueur de taille Smart Ladder SF 1 Kb est déposé de part et d'autre du gel afin de disposer une référence de taille des fragments obtenus. Quatre systèmes amorce-enzyme de restriction ont été utilisés dans cette étude : *trnCD-Taq I*, *trnHK-Taq I*, *trnHK-Hinf I*, et *trnSR-Hinf I*.

RÉSULTATS

1. Études ethnobotaniques

1.1 Les différentes formes d'ignames cultivées

Toutes les ignames cultivées sont appelées *ovy* par les paysans, ce qui les distingue des ignames sauvages ou *oviala*. Pour différencier les différentes sortes d'ignames cultivées, les paysans ajoutent au terme *ovy* un adjectif qualificatif relatif aux caractéristiques du tubercule (couleur de la chair, forme ou taille du tubercule). Cinq formes d'ignames cultivées ont été recensées, quatre à Ankarafantsika (*ovibe*, *ovy fantaka*, *ovy voay* et *ovy lava*) et une dans la région du Menabe (*ovy toko* appelé aussi *bemako* ou *bodoa*) :

- ***ovibe* (ou *bodoa*)** : selon les informations recueillies auprès des paysans, *bodoa* est le nom de l'igname cultivée dans le sud-est malgache. D'après eux, le *ovibe* d'Ankarafantsika ressemble morphologiquement au *bodoa*. De ce fait, ils ont donné ces deux noms à la fois à cette forme d'igname. Les paysans arrivent à les reconnaître par le tubercule pourvu de bosses et dont la tête apparaît à la surface du sol. *Ovibe* (littéralement : igname de grande taille) est doté d'un tubercule de forme arrondie et de grande taille, d'où son nom. Les bulbilles et les feuilles sont également arrondies. Enfin, la chair du tubercule est d'une couleur orangée ;
- ***ovy fantaka* (ou *ovy mena*)** : *fantaka* est un adjectif désignant toute chose qui est

enfouie. A la différence de *ovibe*, le tubercule, plus mince, allongé et enfoui, s'enfonce profondément dans le sol à tel point qu'il est difficile de le déterrer. Il porte des feuilles et des bulbilles allongées. La surface du tubercule est plutôt régulière mais ne présente pas de bosses. Le tubercule est à chair jaune rougeâtre, d'où il tire son nom *ovy mena* (igname rouge);

- ***ovy voay*** : est reconnu, par les paysans, par son tubercule de grande taille et pourvu de bosses. L'aspect général du tubercule évoque celui du crocodile (*voay*). La tête du tubercule sort également du sol à l'image de la tête du crocodile qui sort de l'eau. Les bulbilles ainsi que les feuilles sont arrondies (*boribory* selon les paysans) ;

- ***ovy lava (ou ovy fotsy)*** : *lava* fait référence au tubercule qui est allongé. Et les paysans l'ont aussi appelé *ovy fotsy* (igname blanche) à cause de la couleur blanche de la chair du tubercule. Les bulbilles sont de forme arrondie.

- ***ovy toko*** : *toko* car ils se vendent à l'étalage par groupe de tubercules mais non par pesage comme la vente d'autres tubercules (*ovy hatoko rehefa amidy fa tsy lanjaina na afatra*). D'après les paysans, c'est le nom véritable attribué, par les ancêtres Sakalava du Menabe aux ignames cultivées. Dans la région, on parle aussi de ***bodoa*** ou de ***bemako*** qui veut dire « qui fait beaucoup déféquer », mais il s'agirait d'appellations secondaires qui ont été données plus récemment à l'*ovy toko*. D'après l'histoire, certains paysans ont découvert une igname cultivée, chez les Antanosy, appelée *bemako* qui est semblable à *ovy toko*. C'est aussi le cas pour *bodoa*, localisé par les paysans dans le sud-est de Madagascar qui est aussi, selon eux, analogue à *ovy toko*. Ainsi, les paysans affirment que ces trois noms *ovy toko*, *bodoa* et *bemako* sont valables pour la forme d'igname cultivée dans le Menabe car ils n'ont noté aucune différence entre ces trois formes. Quant à ses critères de reconnaissances, *ovy toko* se distingue des ignames sauvages par ses grandes feuilles arrondies (ou *raviny bevata* en malgache), par la présence de bulbilles (ou *bokony*) et par la forme allongée ou arrondie du tubercule.

1.2 Perception paysanne de la valeur des ignames cultivées

Autrefois à Ankarafantsika, les ignames cultivées occupaient une place importante dans la vie quotidienne des paysans. Au dire d'un enquêté, les paysans pratiquaient du troc avec les ignames cultivées à Ankarafantsika ; une bêche valait un demi-sac de cormes ou têtes de tubercule. Aujourd'hui, aucune culture ni tradition particulières n'est restée aux ignames cultivées dans la région occidentale malgache.

Dans le Menabe, la préférence pour l'igname sauvage du point de vue organoleptique est un fait avéré. La culture de l'igname est le signe d'un rang social inférieur. « *Ce sont surtout les pauvres qui cultivent les ignames* », a déclaré un de nos interlocuteurs. Chez la majorité des ménages ruraux,

les ignames cultivées ou sauvages sont le dernier recours pour assurer l'alimentation pendant les périodes de disette. Toutefois, les ignames cultivées sont qualifiées de plantes ancestrales ou plantes des ancêtres (« *Ovindrazana* » à Ankarafantsika et « *Zavamanirin'ny Ntaolo* » dans le Menabe) qui témoignent de l'ancienneté de la culture de cette plante qui a ensuite été supplantée par d'autres cultures.

1.3 Système de culture d'igname

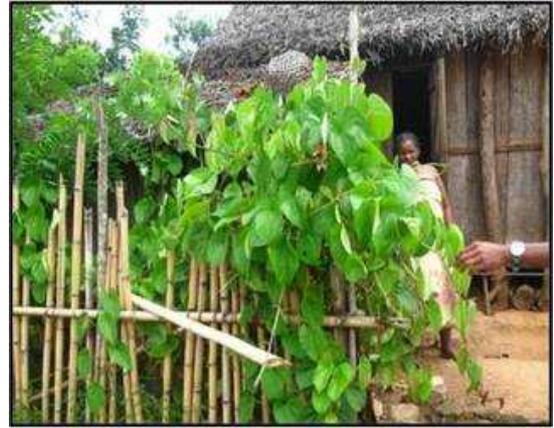
La culture d'igname est faite encore d'une façon traditionnelle. Elle consiste à déposer la « semence » (corme, bouture du tubercule ou bulbille) dans un trou rempli d'éléments fertilisants. Au moment du déterrage, les paysans se contentent de récolter la partie consommable du tubercule et de laisser le corme ou tête de tubercule dans le trou rebouché pour servir de semence l'année suivante. Certaines techniques culturales permettent aux paysans de donner aux ignames cultivées une forme spécifique. C'est ainsi qu'en plaçant une pierre plate dans le sol, ils forcent le tubercule à avoir une forme plus arrondie ou aplatie au lieu de s'enfoncer profondément dans le sol. Les ignames poussent dans presque tous les types de milieu, quelles que soient les conditions écologiques. La culture d'ignames ne se fait pas suivant un aménagement spécifique ni dans des champs particuliers mais elles sont généralement mélangées à d'autres cultures ou en végéculture auprès des habitations dans les jardins de case (figures 3) ou dans les défriches. Dans ce système de culture, la repousse est assurée par la remise de la corme dans le sol après récolte du tubercule. Elles sont également cultivées dans des lieux très éloignés du village : dans les jachères (ou *monka ala*) et dans les *baibo* (sols alluvionnaires).

1.4 Utilisations

L'igname peut se prêter à différentes préparations culinaires et est appréciée à cause de son bon goût, sa digestibilité plus facile par rapport au manioc et son caractère plus rassasiant. Les tubercules sont consommés comme collation ou à la place du riz. Les bulbilles, très peu utilisées à Morondava, mais appréciées à Ankarafantsika se préparent de la même façon que les tubercules. Les enfants s'amuse à les griller, avec ou sans la peau, comme des arachides. Les jeunes feuilles d'*Ovibe* et d'*Ovy fantaka* peuvent être consommées et se préparent comme des brèdes, à Ankarafantsika. Il s'agit en particulier des feuilles qui ont un aspect rouge violacé ou marron. A notre connaissance, c'est la première fois qu'il est rapporté que les feuilles d'ignames peuvent être mangées. Ceci peut se comprendre par le fait que le développement des tubercules est fortement corrélé avec celui des feuilles que le prélèvement des feuilles pour leur consommation peut donc être préjudiciable aux tubercules et que, de ce fait, la consommation des feuilles est très peu fréquente.



3a



3b

Figures 3. 3a : Igname en végéculture avec d'autres plantes ; 3b : Igname plantée le long d'une clôture dans un jardin de case.

Les ignames cultivées sont utilisées également dans la pharmacopée traditionnelle. Les feuilles fraîches broyées de toutes les formes de *D. alata* servent à soigner les brûlures ou les furoncles. La décoction des feuilles sèches de *ovibe*, *ovy fantaka* et *ovy toko*, surtout celles qui tombent naturellement par terre, est utilisée pour traiter la fièvre et le paludisme. Chez les femmes et les jeunes filles, les feuilles d'*ovibe* et d'*ovy fantaka* entrent dans la préparation d'un remède contre une hémorragie pendant les menstruations. Enfin, à Mananjaka (Mahabo), la décoction des feuilles sèches d'*ovy toko* est administrée chez les enfants pour traiter la rougeole, une maladie qui est appelée localement *fanopoa*.

Les ventes d'igname permettent, en partie, d'améliorer le revenu de certains foyers. Il n'existe pas encore de véritable filière ; les ventes se font directement au marché hebdomadaire ou au bord des routes. « Les *ovy* sont très chers à cause du temps et du travail nécessaire pour son déterrage » a affirmé un de nos enquêtés. Généralement, les tubercules sont cuits à l'avance, étalés en tranches dans un plat et vendus à 100 jusqu'à 500 Ariary selon la taille. Les tubercules d'*ovibe* sont vendus frais et entiers au marché d'Andranofasika à Ankarafantsika. Le prix des tubercules varie de 1000 à 2 000 Ariary suivant leur taille.

2 Description botanique

Cinq variétés bien identifiées, ont été décrites (figures 4, 5, 6, 7 et 8). Elles sont stériles (« *Ovy lava* ») ou femelles avec toutes des bulbilles.

2.1 *Ovibe* (ou *bodoa*)

La tige de cette variété a trois ou quatre ailes ondulées, des feuilles cordiformes arrondies mesurant 17,8 cm (15,8 – 20,9 cm) de long et 9,8 cm (7,5 – 13,1 cm) de large, à pétiole ailé de 11,3 cm (10,2 – 13,0 cm) de long. L'épi de l'inflorescence femelle est composé de treize à seize fleurs disposées en

spirale le long du rachis de couleur pourpre (fleurs non observées). Aucune inflorescence mâle n'a été observée : la variété serait composée de clones femelles. Les tubercules sont généralement de grande taille, de forme irrégulière, ramifiée, cylindrique, effilée ou oblongue et dont la partie proximale renflée sort à la surface du sol. Ils sont solitaires ou au nombre de deux ou trois sur un même pied. La couleur de la chair du tubercule est jaunâtre. Le poids moyen du tubercule est de 2 kg (0,4 – 4,3 kg) avec une longueur moyenne de 35,8 cm (25,5 – 45 cm) et un diamètre moyen de 7,8 cm (3 – 13 cm) (figures 4).



Figure 4 : *Ovibe (Bodoa)*

- 4a : Feuilles cordiformes arrondies
- 4b : Tubercule de forme irrégulière
- 4c : Chair du tubercule orangée
- 4d : Bulbilles de forme conique



Figure 5: *Ovy fantaka (Ovy mena)*

- 5a : Feuilles cordiformes
- 5b : Tubercule allongé
- 5c : Chair du tubercule rougeâtre
- 5d : Bulbilles de forme arrondie

2.2 *Ovy fantaka (ovy mena)*

La tige de cette variété est anguleuse avec quatre ailes continues ou ondulées de couleur violacée ou verte. Les feuilles sont cordiformes plus ou moins allongées de longueur moyenne 14,3 cm (12,8 – 17,5 m), de largeur moyenne 8,9 cm (7,8 – 11 cm) et munie d'un pétiole ailé de 10,9 cm (10,6 – 11,1 cm). Les fleurs n'ont pas été observées. Cette variété a des bulbilles de forme arrondie ou conique et des tubercules effilés ou oblongs. Le tubercule est unique pour chaque liane ou au nombre de deux à cinq, de poids moyen 2,8 kg (1,2 – 3,3 kg), de longueur moyenne 42,3 cm (40 – 3 cm) et de diamètre moyen 12,3 cm (8 – 16 cm). Certains tubercules peuvent exceptionnellement atteindre 13 kg. La partie proximale du tubercule, pourvue de bosses, sort à la surface du sol. La couleur de la chair du tubercule est jaunâtre (figures 5).

2.3 *Ovy voay*

La tige de cette variété est anguleuse, à trois et à quatre ailes violacées et ondulées. Les feuilles sont de forme cordée arrondie ou plus allongée mesurant, en moyenne, 15,8 cm (11,4 – 19,4 cm) de long et 14,3 cm (11,4 – 14,8 cm) de large. Les bulbilles sont de forme arrondie. Les épis des inflorescences femelles sont composés de 18 à 28 fleurs à disposition spiralee le long du rachis de

30 à 35 cm de long. Chaque fleur femelle a une pré-feuille jaunâtre de 3 mm avec un acumen pourpre remarquable accompagnée d'une minuscule bractée. Le périanthe est plus ou moins coriace, composé de trois sépales incurvés (2 mm) de couleur jaunâtre, suivis de trois pétales membraneux également incurvés et jaunâtres mais de taille réduite par rapport aux sépales. Trois styles sont soudés à la base en un seul style trilobé dont les trois stigmates (ou lobes) sont bifides. Deux cycles d'étamines stériles (staminodes) de très petite taille (0,5 mm) sont observés. L'ovaire est infère de couleur vert sombre et anthocyanée, d'une taille moyenne de 1,2 cm, trigone, allongé et triloculaire à deux ovules axillaires. Aucune inflorescence mâle n'a été observée, la variété devant être monoclonale femelle. Les fruits sont en capsule à trois valves comprenant chacune deux graines ailées et albuminées très petites (1 mm). Les tubercules sont effilés, oblongs ou fusiformes, présentant sur la moitié supérieure des bosses. Ils sont généralement solitaires avec une tête apparaissant au ras du sol. La couleur de la chair du tubercule est jaunâtre. Le poids moyen du tubercule est d'environ 4,1 kg (3,3 – 5,8 kg) avec une longueur moyenne de 48,8 cm (de 47 à 49 cm) et un diamètre moyen de 13 cm (11 à 15 cm) (figures 6).



Figures 6. *Ovy voay*. 6a : Feuilles cordiformes et inflorescence femelle ; 6b : Tubercule pourvu de bosses ; 6c : Bulbilles arrondies

2.4 *Ovy lava (ovy fotsy)*

Les tiges de cette variété sont anguleuses à trois puis quatre ailes ondulées et violacées. Les feuilles sont cordiformes arrondies mesurant en moyenne 17 cm de long (10,3 – 23,2 cm) et 10 cm de large (8,0 – 11,8 cm) et à pétiole ailé de longueur moyenne 10 cm (9 à 11 cm). Aucune fleur n'a été observée. La variété a des bulbilles de forme arrondie et des tubercules mince et unique, de différentes formes : effilée, oblongue ou fusiforme. Le corne est enfoui ou dépassant du sol. Le poids moyen du tubercule est de 1,5 kg (0,5 – 3,6 kg) et de dimensions moyennes de 38,8 cm de long (22 – 57 cm) et de 7,5 cm de large (5,0 – 10 cm). La chair du tubercule est blanche (figures 7).

2.5 Ovy toko (*bemako* ou *bodoa*)

Les tiges de cette variété sont anguleuses à trois ou à quatre ailes de couleur verte ou violacée. A la base de la tige de certains individus, les ailes sont transformées en épines. Les feuilles sont cordées, allongées ou arrondies avec comme dimensions moyennes 17,2 cm (11,4 – 19,9 cm) de long et 9,3 cm (7,9 – 12,8 cm) de large et un pétiole ailé de 10,2 cm de longueur moyenne (9,5 – 12,8 cm). Suivant les lianes, il y a absence ou présence de fleurs femelles. La variété serait composée de clones stériles ou femelles. Les inflorescences femelles, à l'aisselle des feuilles, sont composées d'un ou deux épis de 30 cm de longueur moyenne. Chaque épi comporte environ quatorze à vingt fleurs à disposition alterne spiralée le long du rachis de couleur pourpre, à section ovalaire et plus ou moins tordu. Les ovaires sont infères, en trigone allongé, de 1,5 cm en moyenne et triloculaire à deux ovules axillaires. Les fleurs ont une taille moyenne de 5 mm. Elles sont composées de trois sépales (3 mm), de trois pétales (2 mm) de couleur jaunâtre et de trois styles (0,6 mm). Les bulbilles sont de formes ovoïde, conique ou arrondie suivant les lianes. Les tubercules sont uniques ou doubles, à chair jaunâtre, généralement cylindrique, oblong ou effilé. La tête du tubercule est enfouie ou sort du sol. Le poids moyen du tubercule est de 2,2 kg (0,8 – 4,2 kg), de longueur moyenne 36,3 cm (20 – 52 cm) et de diamètre moyen 7,7 cm (3,6 – 12,0 cm). Certains tubercules peuvent atteindre 15 kg dans certains cas (figures 8).



Figures 7 : *Ovy lava* (*Ovy mena*). 1 : Feuilles cordiformes ; 2 : Tubercule de forme effilée ; 3 : Chair du tubercule blanchâtre ; 4 : Bulbilles arrondies.



Figures 8 : *Ovy toko* (*Bodoa* ou *Bemako*). 8a : Feuilles cordiformes ; 8b : Tige épineuse ; 8c : Tubercule allongé ; 8d : Bulbilles arrondies ou coniques.

3 Études morphométriques

Les traitements statistiques font ressortir qu'à la différence des quatre autres formes, *Ovy voay* se distingue par des valeurs moyennes significativement élevées sauf pour la longueur de l'acumen dont la valeur moyenne est la plus basse (tableau 1). Après l'application du test de Newman-Keuls, nous pouvons dire qu'il existe deux groupes de *D. alata* dans les zones où nous avons effectué nos études : un groupe statistiquement homogène qui rassemble *Ovibe*, *Ovy fantaka*, *Ovy lava* et *Ovy toko* et un deuxième groupe qui inclut seulement *Ovy voay*.

Tableau 1 : Caractères morphologiques différents significativement entre les cinq variétés d'ignames cultivées par analyse de variance (ANOVA).

Caractères	Diamètre entre-noeud (cm)	Largeur sinus (cm)	Long. auricule (cm)	Largeur limbe (cm)	Long. acumen (cm)	Tubercule		
						L. (cm)	D. (cm)	Poids (kg)
<i>Ovibe</i>	0,30ab*	1,08b	3,30b	9,95b	2,01a	37,00b	10,16ab	2,46bc
<i>Ovy fantaka</i>	0,26b	0,76b	3,31b	8,95b	1,56bc	42,33b	12,33a	2,83b
<i>Ovy lava</i>	0,25b	1,17b	4,45a	9,98b	1,81ab	38,75b	7,50b	1,48c
<i>Ovivoay</i>	0,36a	1,58a	4,86a	13,08a	1,50c	48,00a	13,00a	4,15a
<i>Ovy toko</i>	0,32ab	0,90b	3,66b	9,06b	1,70bc	41,07b	8,79ab	2,34bc

* : Pour chaque colonne, les moyennes suivies d'une (ou des) mêmes lettres ne sont pas significativement différentes et constituent un groupe statistiquement homogène, selon le test de Newman-Keuls ($p=0,05$). L. : longueur, D. : diamètre.

4 Études moléculaires

Avec les quatre combinaisons amorce-enzyme de restriction (*trnCD-Taq I*, *trnHK-Taq I*, *trnHK-Hinf I*, et *trnSR-Hinf I*), aucune diversité des fragments du génome chloroplastique n'est observée entre les cinq formes de *D. alata*. A titre d'exemple avec la combinaison *trnCD-Taq I* (figure 9), toutes les formes de *D. alata* (*Ovibe*, *Ovy fantaka*, *Ovy voay*, *Ovy lava* et *Ovy toko*) présentent le même profil de restriction, différent de celui de l'espèce sauvage malgache utilisée comme référence, *D. maciba*. La digestion enzymatique de chaque fragment amplifié ont généré cinq bandes ou fragments de différentes longueurs, mettant ainsi en évidence quatre sites de restriction chez les échantillons de *D. alata* (de 1200 pb, 620 pb, 160 pb, 100 pb et 50 pb) et quatre bandes avec trois sites de restriction chez *D. maciba* (de 900 pb, 700 pb, 620 pb et 100 pb). Seuls les fragments de 620 pb et de 100 pb sont les bandes communes entre ces deux espèces. Par ailleurs, il n'y a pas de polymorphisme sur le profil de restriction du *ovy toko* à épines et celui qui n'en possèdent pas. Il n'y pas non plus de différence entre les formes de *D. alata* de l'ouest et celle de l'est. A ce stade, les variétés d'Ankarafantsika, Morondava et Mahabo appartiennent à une même espèce, *D. alata*.

DISCUSSION

1. Ethnobotanique des ignames cultivées

Avant le 18^{ème} siècle, les ignames ont été cultivées dans de véritables champs qui leur étaient dédiés (PERRIER DE LA BATHIE, 1925). Actuellement, les ignames ne sont plus plantées que sous forme de quelques pieds dans les cours des habitations ou mélangées à d'autres cultures dans les champs (végéculture). Si la culture de l'igname dans les jardins de case est fréquente dans nos deux régions d'étude, pour l'ensemble de Madagascar, la végéculture représente la technique culturelle la plus répandue. Elle se rencontre en particulier dans les régions orientales de Madagascar qui sont pourtant les premières zones productrices d'ignames, c'est le cas à Brickaville (JEANNODA et *al.*, 2007) et à Antongombato (PENICHE, 2008).

Nombre de paires de
paire de bases du
marqueur de taille M

1000
800
600
500
400
300
200
100

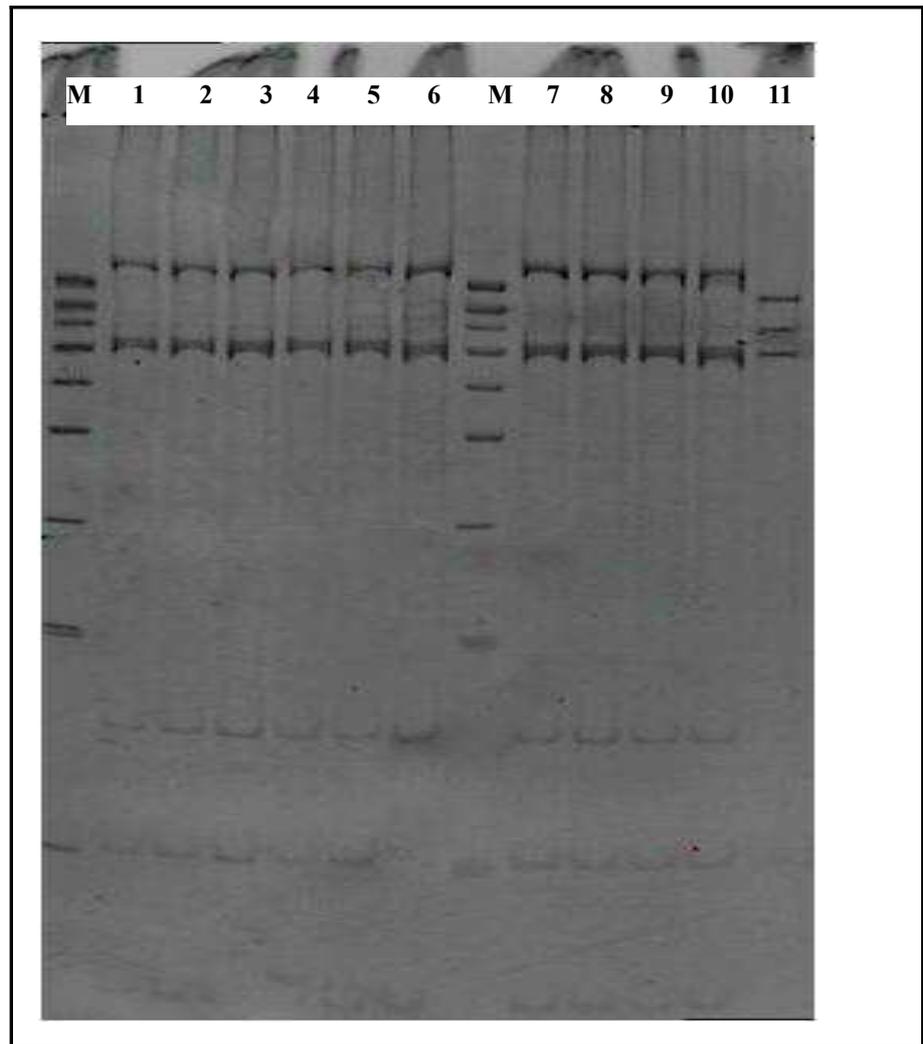


Figure 9 : Gel d'acrylamide montrant les profils de restriction des individus avec le système trnCD-Taq I. **M** : marqueur de taille 1Kb ; **1-2** : *Ovy lava* ; **3-4** : *Ovy fantaka* ; **5-6** : *Ovibe* ; **7-8** : *Ovy voay* ; **9** : *Ovy toko* sans épines ; **10** : *Ovy toko* à épines ; **11** : *D. maciba*.

De ce fait, le mode de culture de l'igname diffère des systèmes monocultureux pratiqués dans les pays producteurs et consommateurs d'igname, notamment en Afrique où la culture de l'igname se fait dans des champs sur des buttes ou des billons. A Madagascar, seul le *dina* (ou pacte social assorti de sanctions) qui existe chez les Betsimisaraka et qui stipule que chaque tête d'igname déterrée doit être replantée (JEANNODA *et al.*, 2003) témoigne de l'importance attribuée jadis à la culture de l'igname. En ce qui concerne l'utilisation des ignames, il est curieux de constater que dans le traitement des diverses affections, ce sont les feuilles qui sont les plus couramment utilisées, notamment à Ankarafantsika. Dans les régions d'Ambositra/Aambohimahaso et à Brickaville, les tubercules crus sont utilisés pour soigner différentes affections (maux d'estomac, brûlure, furoncle, etc.) (DBFA et DBEV, 2005).

2. Études morphologiques

Les cinq variétés de *D. alata* sont morphologiquement variables. Cette variabilité affecte la

morphologie des tubercules, des feuilles et des bulbilles. *D. alata* est une espèce à morphotypes divers difficiles à séparer (DEGRAS, 1986) avec des tubercules de formes variées, jusqu'à 71 (PRAIN et BURKILL, 1939 ; BOURRET, 1973). Cette variabilité de formes pourrait être due aux types de sols choisis pour la culture d'igname ou des systèmes de culture de la plante : forme allongée dans un sol meuble ou forme enroulée sur elle même dans un sol compact. Des déformations surviennent chez le tubercule en présence de pierres ou de racines d'autres plantes dans le sol. Les formes de *D. alata* sont des écotypes dont la morphologie est conditionnée par les conditions du milieu.

En ce qui concerne la présence d'épines chez *Ovy toko*, cela a été observé chez des lianes vigoureuses ou âgées (DEGRAS, 1986). On voit bien ici la ressemblance de *D. alata* avec l'espèce sauvage *D. nummularia* qui a servi à la domestication de *D. alata* (ABRAHAM et GOPINATHAN, 1991). Ces deux espèces partagent une base génétique commune (MALAPA et al., 2005). A la différence de *D. alata*, les épines de *D. nummularia* sont plus abondantes, la tige est ligneuse et le nombre nervures est de cinq à sept (DEGRAS, 1986), les bulbilles sont rares voire absentes. La dormance du tubercule est plus courte chez *D. nummularia*, moins de deux mois au lieu de quatre à cinq chez *D. alata* (JILL, 1988).

3. Études morphométriques

Deux groupes morphologiques se distinguent : le groupe incluant *Ovibe*, *Ovy fantaka*, *Ovy lava* et *Ovy toko* diffère significativement de *Ovy voay* au niveau de la forme des feuilles et du tubercule. Des études identiques ont été déjà menées dans d'autres pays, notamment en Nouvelle Calédonie (BOURRET, 1973). En utilisant 28 descripteurs morphologiques, 235 formes de *D. alata* ont été classées en quinze groupes principaux constituant les principales branches d'un arbre phylogénétique, groupes variant suivant leurs origines géographiques ou suivant l'intervention de l'homme (MARTIN et RHODES, 1977).

3. Études moléculaires

En appliquant la technique RFLP-PCR avec quatre systèmes amorce-enzyme de restriction qui concerne le génome chloroplastique indépendant du nombre de chromosomes nucléaires, aucune diversité génétique n'est observée parmi les variétés de *D. alata* de l'Ouest de Madagascar. Cependant, notre étude moléculaire ne s'est focalisée que sur trois régions génomiques de l'ADN chloroplastique, ce qui est encore loin d'être représentatif pour l'ensemble de ce génome très conservé au cours du temps. Aussi, devrions-nous recourir à d'autres méthodes de marquages moléculaires tels que les microsatellites ou les AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism) plus polymorphes. Dans d'autres régions du monde, Afrique et au Vanuatu, ces marqueurs ont

montré des différences entre cultivars au sein de l'espèce *D. alata* (MALAPA, 2000 ; EGESI et al., 2006).

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Les cinq formes inventoriées de *D. alata* se distinguent par la morphologie de leurs tiges, feuilles, tubercules, bulbilles et par la présence ou l'absence de fleurs. Une étude morphométrique basée sur des analyses statistiques (tests ANOVA et de Newman-Keuls) ont permis de mettre en évidence l'existence de deux groupes distincts de *D. alata*. Cependant, les études moléculaires par l'utilisation de marqueurs chloroplastiques n'ont pas permis de confirmer les résultats des études morphométriques. Ainsi, l'existence de plusieurs cultivars de *D. alata* dans l'ouest de Madagascar n'est pas encore un fait avéré. Le recours à d'autres méthodes de marquage moléculaire plus polymorphes est nécessaire pour poursuivre et affiner notre recherche. Le comptage chromosomique ainsi que la recherche du niveau de ploïdie sont également recommandés.

BIBLIOGRAPHIE

ABRAHAM K., GOPINATHAN P.N. 1991. Polyploidy and sterility in relation to sex in *Dioscorea alata* L. (Dioscoreaceae). *Genetica* 83: 93–97.

ANONYME. 2005. Recherche sur les ignames de Madagascar. Régions d'Ambohimahaso / Ambositra, Brickaville et Morondava. Département de Biochimie Fondamentale et Appliquée & Département de Biologie et Écologie Végétales. 94 p.

BOURRET D. 1973. Étude ethnobotanique des Dioscoracées alimentaires. Ignames de Nouvelle Calédonie. Thèse. Paris. 135 p.

DEGRAS L. 1986. L'igname. Plante à tubercule tropicale. Maisonneuve et Larose. Paris, France. 408 p.

DENG G.R. 1988. A sensitive non-radioactive PCR-RFLP analysis for detecting point mutations at 12th codon of oncogene c-Ha-ras in DNAs of gastric cancer. *Nucleic Acids Research* 16: 6231.

DOYLE J.J., DOYLE J.L. 1987. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochemical Bulletin* 19: 11-15.

JEANNODA V.L. 1997. Stratégie Nationale de Sécurité Alimentaire à Madagascar. Projet SECALINE. Antananarivo. Madagascar.

JEANNODA V., JEANNODA V.H., HLADIK A., HLADIK C.M. 2003. Les ignames de Madagascar (diversité, utilisations et perception). *Hommes & plantes* 47 : 10-21.

- JEANNODA V.H., RAZAMPARANY J.L., RAJOANAH M.T., MONNEUSE M.O., HLADIK A., HLADIK C.M.** 2007. Les ignames (*Dioscorea spp*) de Madagascar : espèces endémiques et formes introduites ; diversité, perception, valeur nutritionnelle et systèmes de gestion durable. Rev. Ecol. (Terre Vie) 62 :191-207.
- JILL E.W.** 1988. A Practical Guide to Identifying Yams. The Main Species of *Dioscorea* in the Pacific Islands. IRETA 1: 88.
- KONIECZNY A., AUSUBEL F.M.** 1993. A procedure for mapping *Arabidiopsis* mutations using codominant ecotype-specific PCR-based markers; Plant Journal 4: 403-410.
- MALAPA R.** 2000. Étude de la diversité génétique des cultivars de *Dioscorea alata* L. du Vanuatu par les marqueurs morpho-agronomiques et AFPL. Mémoire de DEA option Génétique, adaptation et productions végétales, Université de Rennes I. 51 p.
- MALAPA R., ARNAU G., NOYER J.-L., LEBOT V.** 2005. Genetic diversity of the greater yam (*Dioscorea alata* L.) and relatedness to *D. nummularia* Lam. and *D. transversa* Br. as revealed with AFLP-RF markers. Genetic resources and crop evolution 52: 919-929.
- MARTIN F.W., RHODES A.M.** 1977. Intra-specific classification of *Dioscorea alata*. Trop. Agric. 54: 1-13.
- PENCHE A.** 2008. L'igname sur la côte est de Madagascar. Plante du passé ou culture d'avenir ? Diagnostic agraire dans la commune de Ranomafana-est. Mémoire du Diplôme d'Agronomie tropicale de l'IRC-SUPAGRO et d'Ingénieur de l'INHP. Horticulture. Montpellier. 98 p.
- PERRIER DE LA BATHIE H.** 1925. Ignames cultivées ou sauvages de Madagascar. Revue de Botanique appliquée et d'Agriculture tropicale 5 : 417- 422.
- PRAIN D., BURKILL I.H.** 1939. An account of the genus *Dioscorea*. Species which turn to the right. Annals of the Royal Botanic Gardens, Calcutta 14: 211-528.
- RAISON J.P.** 1992. Le noir et le blanc dans l'agriculture ancienne de la côte orientale malgache. Revue d'Études dans l'Océan Indien 15 : 199-215.
- RAZAFINIMPIASA L.H.** 2010. Études ethnobotaniques, morphobotaniques et moléculaires des ignames cultivées (*Dioscorea alata* - Dioscoreaceae) de la région occidentale malgache. DEA option Écologie végétale. DEA. Université d'Antananarivo, Antananarivo, Madagascar. 114 p. + annexes.